

УДК 004.822

ПРОЕКТУВАННЯ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ПАКЕТУ «КОМПАС – 3D» ТА «ЕЛЕКТРОННОГО ДОВІДНИКА КОНСТРУКТОРА»

Овчаренко Р.Г., ІІМБКН,
Коломієць С.М., к.т.н., доц.,
Щербина В.М., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел.: (0619) 42-68-62.

Анотація – в роботі представлена методика проектування конічних зубчастих коліс за допомогою прикладних бібліотек CAD системи КОМПАС.

Ключові слова – Вал-шестерня конічної передачі, конічні зубчасті колеса, зубчастий вінець, маточина, КОМПАС-SHAFT 2D, КОМПАС-SHAFT 3D

Постановка проблеми. Сталеві конічні зубчасті колеса, як і циліндричні виконують точеними з круглого прокату, кованими, штампованими та за допомогою литва.

Найбільш поширеною формою зуба є наступна: зуб конічного колеса пропорційно зменшується в залежності від відстані до торця (рис. 1 а, форма 1). Існують також конструкції, у яких вершини діляльного конуса і конуса западин не збігаються (рис. 1 б,с форма 2). Зустрічаються колеса з рівновисоким зубом (рис. 1 д, форма 3).

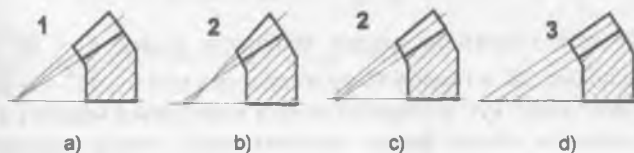


Рисунок 1 - Форми зуба конічної передачі

Осьова форма 1 (рис. 16), яка є окремим випадком форми 2, застосовується для коліс з прямим зубом і в окремих випадках - з круговим.

Для коліс з круговим зубом найчастіше використовують форму 2. Форма 3 застосовується рідше попередніх, і в основному для ортогональних передач.

Шестерня конічної передачі має, зазвичай, консольне розташування, тому її бажано проектувати у вигляді вала-шестерні (рис. 2).

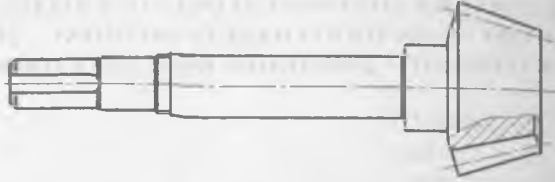


Рисунок 2 – Вал-шестерня конічної передачі

Але це не стосується випадків, якщо шестерня значно більше валу по діаметру.

Аналіз попередніх досліджень та формулювання цілей статті. Конструктивні форми конічних зубчастих коліс з зовнішнім діаметром вершин зубів $d_{ae} \leq 120$ мм показано на рисунку 3.

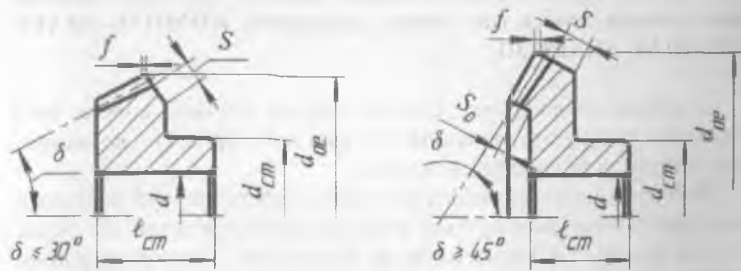


Рисунок 3 – Конічні колеса з $d_{ae} \leq 120$ мм

При куті ділильного конуса конічного колеса $\delta \leq 30^\circ$ їх виконують по рис. 18, а з колового прокату, а при куті $\delta \geq 45^\circ$ – за рис. 3, б з поковок. Якщо кут ділильного конуса знаходиться між 30° і 45° , то припускаються обидві форми конічних коліс. Розмір маточини визначають за співвідношеннями для циліндричних зубчастих коліс.

Товщину обода S визначають із співвідношення:

$$S = 2,5 \cdot m_{te} + 2; S_o \geq 1,2 \cdot m_{te},$$

де m_{te} – зовнішній модуль.

Радіуси заокруглень мають бути ≥ 1 мм. Товщина диска встановлюється графічно.

На торцях зубів виконують фаски розміром $f = 0,5 \cdot m_{te}$ з округленням до стандартного значення. Фаски знімають паралельно осі отвору колеса.

Колеса конструюють з маточиною, яка виступає за торець диска з сторони більшого конуса.

Конструкції конічних зубчастих коліс з зовнішнім діаметром вершин зубів $d_{ae} \geq 120$ мм наведено на рисунку 4. При одиничному і мілкосерійно-му виробництві колеса виконують по рис. 4, а – з поковок, а при крупносерійному виробництві по рис. 4,б – за допомогою штампування.

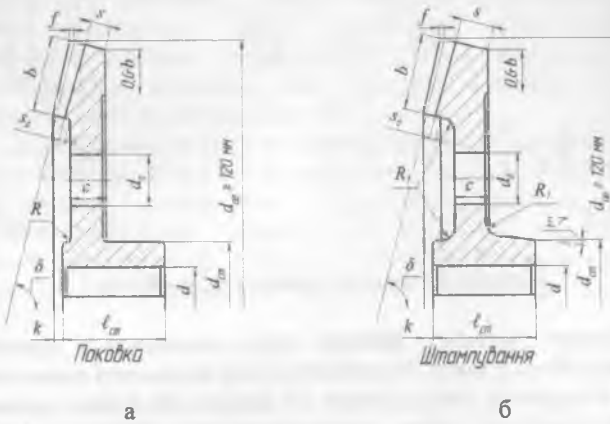


Рисунок 4 – Конічні колеса з $d_{ae} \geq 120$ мм

Товщину диска c визначають із залежності:

$$c \approx 0,5 \cdot (S + \delta_{mat}) \geq 0,25 \cdot b,$$

де δ_{mat} – товщина маточини – $\delta_{mat} = 0,3 \cdot d$.

В дисках роблять 4... 6 отворів. Розміри отворів складають: $d_0 \geq 25$ мм.

Для зменшення об'єму точної механічної обробки на диску, з сторони більшого конуса, виконують виточки глибиною 1...2 мм.

Конструкції конічних зубчастих коліс з зовнішнім діаметром вершин зубів $d_{ae} \geq 180$ мм наведено на рисунку 5. При одиничному і мілкосерійно-му виробництві колеса виконують по рис. 5, а складовими, а при крупносерійному виробництві по рис. 5,б за допомогою литва.

Складові колеса з'єднують за допомогою заклепок або болтів,

що встановлені без зазору «під розгортку». Вибір варіанту кріплення зубчастого вінця залежить від розмірів колеса. Зубчастий вінець має розташовуватись так, щоб осьова сила, що виникає в зачепленні, була направлена на опорний фланець. Центрування зубчастого вінця зазвичай виконують по внутрішньому діаметру фланця, що дозволяє отримати більшу точність центрування. Найчастіше застосовуються посадки – $D \dots H7/js6$

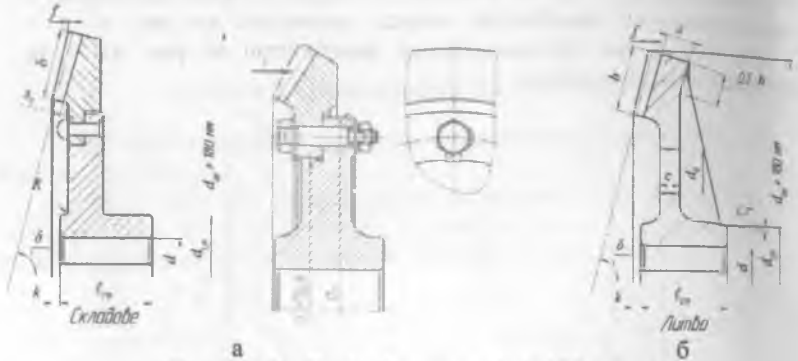


Рисунок 5 – Конічні колеса з $d_{ae} \geq 180$ мм

Основна частина. Дефіцит часу, викликається зростанням обсягів розробок, а також підвищення рівня складності проєктованих виробів, спонукають конструкторів до пошуку все нових програмних засобів автоматизації різних етапів проєкт-ної діяльності. Бажання кожного інженера - більше результатів при менших зусиллях - засноване на прагненні позбутися від монотонних, повторюваних дій і зосередитися на творчому процесі.

Створення тіл обертання - невід'ємна частина проєктування механічних пристроїв. Нехай не найскладніша, але віднімає багато часу, причому неважливо, чи створюєте ви тривимірну модель або плоске креслення. Для обох випадків, на сьогодні, існують програмні продукти КОМПАС-SHAFT 2D і КОМПАС-SHAFT 3D. Перший з них призначений для двовимірного проєктування в КОМПАС - Графік, другий - для тривимірного проєктування в КОМПАС-3D.

КОМПАС-SHAFT 2D і КОМПАС-SHAFT 3D - це інтегровані системи моделювання тіл обертання. З їх допомогою можна:

- Без особливих зусиль створити прості ступені коліс (маточини) і побудувати на їх поверхнях різні конструктивні елементи (шліцьові і шпонкові ділянки, канавки, кільцеві пази і т.д.). Форма моделі може бути різною: ци-ліндр, конус, шестигранник, квадрат, сфера.

- Спроектувати і розрахувати елементи механічних передач.

- Доповнити креслення автоматично згенерованими видами і перерізами моделі, таблицями параметрів і виносними елементами зубчастих передач.

- Виконати геометричні розрахунки та розрахунки на міцність і довго-вічність зубчастих передач (в модулі КОМПАС-GEARS).

За допомогою систем КОМПАС-SHAFT 2D або КОМПАС-SHAFT 3D розрахунок параметрів і створення моделей стануть етапами автоматизованого проектування. Потрібно лише викликати потрібні команди, ввести вихідні дані і запустити завдання на виконання. Геометричний розрахунок буде виконано у відповідності з ГОСТ 16532-70 «Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии». При розрахунок евольвентного профілю та перехідної кривої прямозубих коліс використовується методика, що, дозволяє максимально точно розрахувати і побудувати профіль зуба.

По закінченні розрахунку конструктор отримує відомості про якість зачеплення. Якщо всі параметри в нормі, вже на цьому етапі можна створити модель. Але можна продовжити розрахунок і перевірити спроектовану передачу на міцність і довговічність. Розрахунок буде виконано згідно ГОСТ 21354-87 «Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность».

Якщо це проектування за типом «від креслення до моделі» - зручніше користуватися бібліотекою КОМПАС-SHAFT 2D (рис. 6). З її допомогою ви можете виконати перевірочні розрахунки і швидко отримати креслення, види, перерізи, моделі. А потім, користуючись можливостями бібліотеки, згенерувати деталь в системі КОМПАС-3D по побудованій плоскій параметричній моделі. Якщо ж проектування ведеться за типом «від моделі до креслення», кращим помічником в роботі буде КОМПАС-SHAFT 3D (рис. 7).

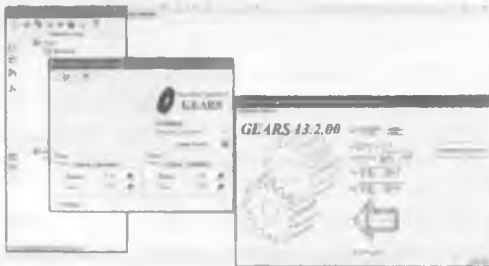


Рисунок 6 – Геометричний розрахунок циліндричної передачі в КОМПАС-SHAFT 2D за допомогою КОМПАС-GEARS

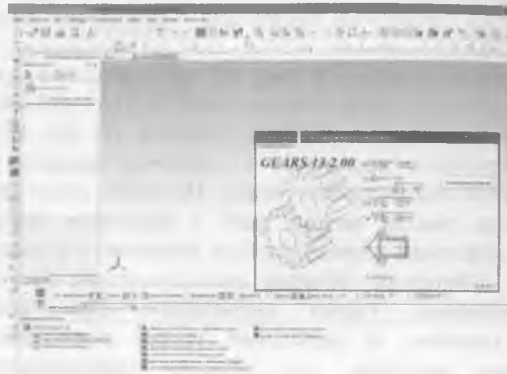


Рисунок 7 – Геометричний розрахунок циліндричної передачі в КОМПАС-SHAFT 3D за допомогою КОМПАС-GEARS

Слід зауважити, що в КОМПАС-SHAFT 2D розрахунки передач проводяться за допомогою модуля КОМПАС-GEARS, а в КОМПАС-SHAFT 3D розрахунок можна проводити, окрім КОМПАС-GEARS, і в «Електронному довіднику конструктора» (рис. 8).

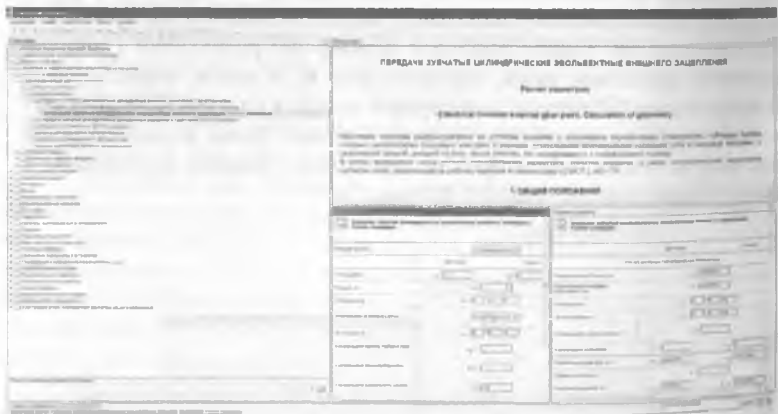


Рисунок 8 – Геометричний розрахунок циліндричної передачі в КОМПАС-SHAFT 3D за допомогою «Електронного довідника конструктора»

Варіанти геометричних розрахунків для циліндричних передач наведені на рисунку 9, а конічних передач на рисунку 10.



Рисунок 9 – Варіанти розрахунку циліндричних передач

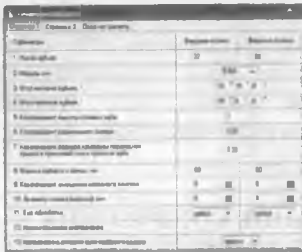


Рисунок 10 – Варіанти розрахунку конічних передач

Під час геометричного розрахунку, окрім параметрів, що вводить безпосередньо користувач, є й параметри, які вводяться автоматично згідно до ГОСТів.

На другій сторінці необхідно вказати ступінь точності передач.

Після проведення розрахунку слід перевірити результати розрахунків, вийти із розрахункового модуля і натиснути команду «Створити об'єкт».

Висновки. Використання інтегрованих систем моделювання тіл обертання КОМПАС-SHAFT 2D і КОМПАС-SHAFT 3D дозволило:

- Без особливих зусиль створити прості ступені коліс (маточини) і побудувати на їх поверхнях різні конструктивні елементи (шліцьові і шпонкові ділянки, канавки, кільцеві пази і т.д.). Форма моделі може бути різною: ци-ліндр, конус, шестигранник, квадрат, сфера.

- Спроекувати і розрахувати елементи механічних передач.
- Доповнити креслення автоматично згенерованими видами і переріза-ми моделі, таблицями параметрів і виносними елементами зубчастих передач.

- Виконати геометричні розрахунки та розрахунки на міцність і довго-вічність зубчастих передач (в модулі КОМПАС-GEARS).